

Библиографический список

1. Якимович С.Б. Идеальный технологический процесс как критерий синтеза способов заготовки древесины // Лесотехнические университеты в реализации концепции возрождения инженерного образования: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: матер. X Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. С. 147–150.

2. Медовщиков В.Ф., Тетерина М.А., Якимович С.Б. Способы интенсификации заготовки древесины (на примере системы «харвестер – форвардер») // Инновации – основа развития целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности: матер. IV Всерос. отраслевой науч.-практ. конф. Пермь: ПНИПУ, 2016. С. 90–101.

УДК 630.233

Студ. А.А. Санталов, Е.В. Чернятьев
Рук. С.Б. Якимович, М.А. Тетерина
УГЛТУ, Екатеринбург

ИМИТАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ НА СИМУЛЯТОРЕ ХАРВЕСТЕРА–ФОРВАРДЕРА «KOMATSU»

Цель работы – проверка возможности проведения активных экспериментов на симуляторах лесозаготовительных машин и экспериментальная оценка степени согласованности по производительности машин в системе «харвестер-форвардер». Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Проведение эксперимента и фиксация наблюдений за работой на харвестере и форвардере. Сгенерированные условия проведения эксперимента и вычисленные средние значения в ходе имитации: средние объем хлыста – $0,35 \text{ м}^3$, сортимента – $0,09 \text{ м}^3$; вместимость форвардера – 35 ± 5 шт. сортиментов; среднее расстояние трелевки – 1668 м; средняя скорость трелевки – 10 км/ч (2,78 м/с); породный состав – 7Е2С1Б.

2. Определение статистических оценок полученных выборок в программной среде «Statistica» (табл. 1, 2), построение гистограмм (рис. 1, 2) и выбор законов распределения (табл. 3, 4) продолжительности обработки сортимента харвестером и форвардером.

3. Оценка производительности и синхронизации по коэффициенту загрузки системы машин «харвестер-форвардер» на основе обработки данных, полученных экспериментальным путем на симуляторе «KOMATSU».

Таблица 1

Статистические характеристики продолжительности обработки
сортимента харвестером

Количество	Среднее	Минимум	Максимум	Среднее квадратическое отклонение	Дисперсия
200	14,91	5,044	37,769	4,61097	21,26105

Таблица 2

Статистические характеристики продолжительности обработки
сортимента форвардером

Количество	Среднее	Минимум	Максимум	Среднее квадратическое отклонение	Дисперсия
200	59,0101	49,65320	91,33320	7,290779	53,15545

По итогам статистической обработки экспериментальных данных [1] с использованием программной среды «Statistica» установлено:

1) продолжительность обработки одного сортимента харвестером подчиняется логнормальному закону распределения (рис. 1, табл. 3) со средним значением 14,91 с ($165,67 \text{ с/м}^3$), средняя цикловая сменная производительность харвестера составляет $592,16 \text{ м}^3/\text{см}$;

2) время выполнения всех операций форвардером подчиняется логнормальному закону распределения (рис. 2, табл. 4) со средним значением 59,01 с на сортимент ($655,67 \text{ с/м}^3$), средняя цикловая сменная производительность форвардера составляет $149,64 \text{ м}^3/\text{см}$.

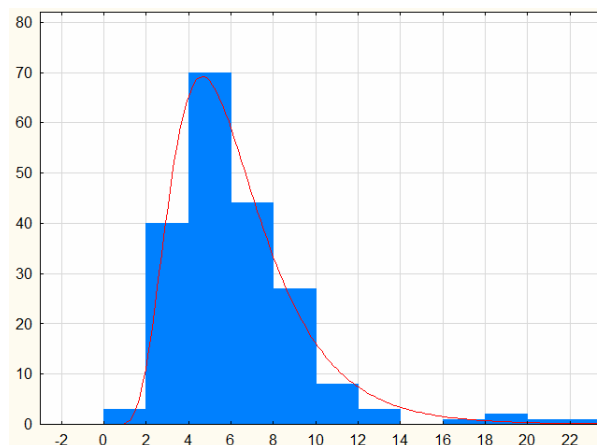


Рис. 1. Гистограмма и закон распределения продолжительности обработки сортимента харвестером ($\chi^2 = 8,89167$, $\alpha = 0,01173$)

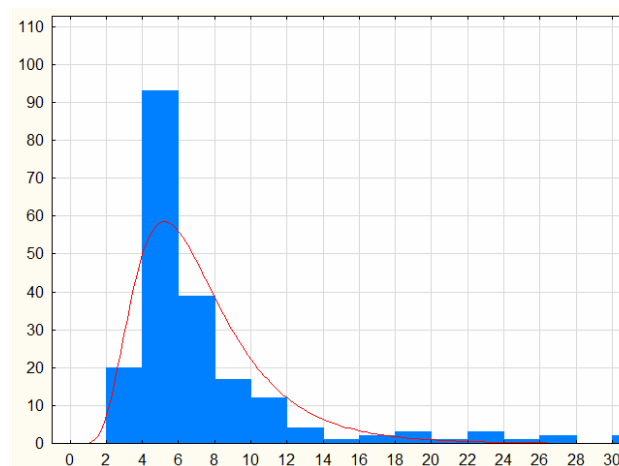


Рис.2. Гистограмма и закон распределения продолжительности обработки сортимента форвардером ($\chi^2 = 40,57193$, $\alpha = 0,0000$)

Таблица 3

Границы интервалов и частот продолжительности обработки сортаментов харвестером

Границы интервалов	Частота	Кумулят. частота	Частота, %	Кумулят. частота, %	Теоретическая частота	Кумулят. теоретическая частота	Теоретическая частота, %	Кумулят. теоретическая частота, %	Разность частот
$\leq 0,0000$	0	0	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000	0,00000	0,0000	0,00000
2,00000	3	3	1,50000	1,5000	1,94837	1,9484	0,97419	0,9742	1,05163
4,00000	40	43	20,0000	21,5000	41,07618	43,0246	20,53809	21,5123	-1,07618
6,00000	70	113	35,0000	56,5000	66,24057	109,2651	33,12029	54,6326	3,75943
8,00000	44	157	22,0000	78,5000	45,92575	155,1909	22,96287	77,5954	-1,92575
10,00000	27	184	13,5000	92,0000	23,92448	179,1154	11,96224	89,5577	3,07552
12,00000	8	192	4,00000	96,0000	11,26852	190,3839	5,63426	95,1919	-3,26852
14,00000	3	195	1,50000	97,5000	5,15052	195,5344	2,57526	97,7672	-2,15052
16,00000	0	195	0,00000	97,5000	2,35440	197,8888	1,17720	98,9444	-2,35440
18,00000	1	196	0,50000	98,0000	1,09102	198,9798	0,54551	99,4899	-0,09102
20,00000	2	198	1,00000	99,0000	0,51564	199,4955	0,25782	99,7477	1,48436
22,00000	1	199	0,50000	99,5000	0,24916	199,7446	0,12458	99,8723	0,75084
24,00000	1	200	0,50000	100,000	0,12317	199,8678	0,06159	99,9339	0,87683
$< \infty$	0	200	0,00000	100,000	0,13221	200,0000	0,06611	100,0000	-0,13221

Таблица 4

Границы интервалов и частот продолжительности обработки сортамента форвардером

Границы интервалов	Частота	Кумулят. частота	Частота, %	Кумулят. частота, %	Теоретическая частота	Кумулят. теоретическая частота	Теоретическая частота, %	Кумулят. теоретическая частота, %	Разность частот
<= 2,0000	0	0	0,00000	0,0000	1,18370	1,1837	0,59185	0,5919	-1,1837
4,00000	20	20	10,00000	10,0000	28,82995	30,0137	14,41497	15,0068	-8,8299
6,00000	93	113	46,50000	56,5000	56,49416	86,5078	28,24708	43,2539	36,5058
8,00000	39	152	19,50000	76,0000	47,83740	134,3452	23,91870	67,1726	-8,8374
10,00000	17	169	8,50000	84,5000	29,97081	164,3160	14,98540	82,1580	-12,9708
12,00000	12	181	6,00000	90,5000	16,69521	181,0112	8,34761	90,5056	-4,6952
14,00000	4	185	2,00000	92,5000	8,89315	189,9044	4,44658	94,9522	-4,8932
16,00000	1	186	0,50000	93,0000	4,67905	194,5834	2,33953	97,2917	-3,6791
18,00000	2	188	1,00000	94,0000	2,46954	197,0530	1,23477	98,5265	-0,4695
20,00000	3	191	1,50000	95,5000	1,31747	198,3704	0,65874	99,1852	1,6825
22,00000	1	192	0,50000	96,0000	0,71308	199,0835	0,35654	99,5418	0,2869
24,00000	3	195	1,50000	97,5000	0,39221	199,4757	0,19611	99,7379	2,6078
26,00000	1	196	0,50000	98,0000	0,21934	199,6951	0,10967	99,8475	0,7807
28,00000	2	198	1,00000	99,0000	0,12472	199,8198	0,06236	99,9099	1,8753
30,00000	0	198	0,00000	99,0000	0,07206	199,8919	0,03603	99,9459	-0,0721
32,00000	2	200	1,00000	100,0000	0,04229	199,9342	0,02115	99,9671	1,9577
< ∞	0	200	0,00000	100,0000	0,06584	200,0000	0,03292	100,0000	-0,0658

Таким образом, апробирована возможность проведения активных экспериментов на симуляторах лесозаготовительных машин. А также на основе обработки результатов наблюдений установлено, что производительность харвестера выше производительности форвардера в 3,96 раза. Следовательно, для выравнивания производительности оператору форвардера необходимо укладывать сортименты максимально компактно, чтобы повысить вместимость грузовой тележки. Кроме того, необходимо изменение схемы разработки лесосеки с целью снижения расстояния трелевки [2]. Оператору харвестера следует обеспечить более компактное размещение сортиментов в штабелях на основе соответствующих приемов работы, например, посредством применения способа работы с валкой вершиной на волок [3].

Библиографический список

1. Якимович С.Б., Тетерина М.А. Синхронизация обрабатывающе-транспортных систем заготовки и первичной обработки древесины. Йошкар-Ола: Марийский гос. техн. ун-т, 2011. 201 с.
2. Якимович С.Б., Тетерина М.А. Управление схемами работы машин в обрабатывающе-транспортных лесозаготовительных системах // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. М.: МГУЛ, 2010. № 5 (74). С. 78–82.
3. Пат. на изобретение 2365093 РФ. Способ заготовки сортиментов машиной манипуляторного типа / С.Б. Якимович, В.В. Груздев, В.Н. Крюков, М.А. Тетерина. – № 2008107195/12; заявл. 26.02.2007; опубл. 27.08.2009, Бюл. № 24. – 9 с.: 4 ил.

УДК 630.233

Студ. И.С. Сергиенко, А.Б. Коротинский
Рук. С.Б. Якимович, М.А. Тетерина
УГЛТУ, Екатеринбург

ОЦЕНКА СОХРАННОСТИ ПОДРОСТА ПРИ ЗАГОТОВКЕ СОРТИМЕНТОВ ХАРВЕСТЕРОМ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА НА СИМУЛЯТОРЕ «KOMATSU»

На основе обработки данных, полученных экспериментальным путем на симуляторе «KOMATSU», выполнена оценка сохранности подроста при заготовке сортиментов харвестером при наличии и отсутствии операции сортировки. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: